



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 198 41 027 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 26 F 3/00**

⑳ Aktenzeichen: 198 41 027.1-26  
㉑ Anmeldetag: 8. 9. 1998  
㉒ Offenlegungstag: -  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 3. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**  
Mauser-Werke Oberndorf Maschinenbau GmbH,  
78727 Oberndorf, DE  
  
⑦④ **Vertreter:**  
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

⑦② **Erfinder:**  
Antrag auf Nichtnennung

⑤⑤ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**  
DE 195 34 360 A1  
US 52 08 979 A

⑤④ **Bearbeitungseinheit**

⑤⑦ Offenbart sind ein Verfahren zur Ausbildung eines ge-  
teilten Lagers eines Bauteils und eine Bearbeitungsein-  
heit zur Durchführung dieses Verfahrens, bei dem das  
Bruchtrennen, Ausblasen und Fügen eines Lagerdeckels  
mit einem Lagerbett ohne Lageänderung des Werkstücks  
erfolgt.

DE 198 41 027 C 1

DE 198 41 027 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bruchtrennen von Werkstücken gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Bearbeitungseinheit, insbesondere zur Durchführung dieses Verfahrens, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7.

Das Bruchtrennen wird zur Ausbildung von teilbaren Lagerstellen, beispielsweise von Pleueln oder Kurbelgehäusen eingesetzt. Bei der Pleuelfertigung wird zunächst ein Pleuelrohling mit einem kolbenseitigen Pleuelauge, einer Pleuelstange und einem kurbelwellenseitigen Lagerabschnitt (großes Lagerauge) hergestellt. In der Innenumfangsfläche des Lagerabschnittes werden dann zwei diametral angeordnete Kerben ausgebildet, die eine Bruchebene vorgeben, entlang der das Pleuel bruchgetrennt wird, so daß der Lagerabschnitt in einen Lagerdeckel und ein Lagerbett geteilt wird. Dabei kann sowohl der Deckel als auch die Pleuelstange abgesprengt werden.

Durch den Bruchtrennvorgang entsteht eine Mikro- und Makroverzahnung, die ein passgenaues Zusammenfügen des Lagerdeckels mit dem Lagerbett nach einer Feinbearbeitung des sogenannten großen Auges des Lagerabschnittes ermöglicht.

Bisher wurden im wesentlichen zwei Verfahrensweisen zum Einbringen der Kerben verwendet. Bei dem klassischen Verfahren werden die Kerben durch einen Räumvorgang ausgebildet, wobei die Kerben – bedingt durch die Form des Räumwerkzeuges – verhältnismäßig große Kerbweiten aufweisen.

In den letzten Jahren wird das Räumverfahren durch das sogenannte "Laserkerben" verdrängt, das beispielsweise in der DE 195 34 360 A1 und der US 5,208,979 A beschrieben ist.

Bei diesem Verfahren werden die Kerben mittels Laserstrahl eingebracht, so daß die Ausbildung der Kerben gegenüber der herkömmlichen Lösung wesentlich vereinfacht ist, da praktisch kein Werkzeugverschleiß und keine Kühl-/Schmiermittel zu berücksichtigen sind.

Nach dem Einbringen der Kerben, dem Bruchtrennen und dem Ausblasen von Bruchstücken werden die Pleuelteile in einer Schraubstation zusammengeschraubt, wobei der Schraubvorgang derart gesteuert ist, daß bei der Endmontage des Pleues die Setzung im Trennebenenbereich unterhalb eines Grenzwertes liegt.

Beim Schrauben wird mit einem kontrollierten Bindreihen der Schrauben begonnen, wobei die Schraubtiefe geprüft und eine Schwergängigkeit bzw. Gewinde vorhanden/nicht vorhanden erkannt wird.

Sobald die Schrauben anliegen, erfolgt der Fügevorgang, wobei ein durch die ebene Auflage der Stirnflächen eingegängtes Schraubenspiel oder Führung durch ein Führungsteil im großen Auge zur Findung der richtigen Fügstellung vorzentriert wird.

Nachfolgend wird winkel- und momentkontrolliert gefügt, danach wird pleuel- bzw. schraubspezifisch drehmoment-, winkel- oder streckgrenzgesteuert angezogen.

Das heißt, beim Schraubvorgang muß das Anzugsmoment der Schrauben so gewählt werden, daß zu Beginn der Verschraubung ein Fügen erfolgt, bei dem die Mikro- und Makroverzahnungen in die richtige Relativposition zueinander gebracht werden, anschließend wird durch Erhöhen des Anzugsmomentes die Spannung in der Bruchebene derart erhöht, daß sie im Bereich der Streckgrenze des Materials liegt, so daß ein Setzen stattfindet. Anschließend wird die Verschraubung wiederum gelöst, eventuell gebildete Bruchstücke ausgeblasen und die Verschraubung mit einem vom Hersteller vorgeschriebenen Drehmoment wieder herge-

stellt.

Bei den herkömmlichen Crackeinheiten wird das Pleuel nach dem Bruchtrennen zu einer Blasstation und von dort zu einer Schraubstation transportiert, in denen die vorschriebenen Bearbeitungsschritte nacheinander durchgeführt werden.

Nachteilig bei dieser bekannten Lösung ist, daß die Ausbildung von Einzelstationen einen erheblichen vorrichtungstechnischen Aufwand in sich birgt, da die Stationen über geeignete Transporteinheiten miteinander verbunden werden müssen. Besonders schwierig ist es dabei, während des Transportes die Relativposition der Pleuelteile zueinander aufrechtzuerhalten, so daß der Füge-Setzschrift möglichst einfach durchführbar ist.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Bearbeitungseinheit zu schaffen, bei denen das Bruchtrennen und Fügen der Werkstücke mit minimalem vorrichtungstechnischen Aufwand durchführbar ist.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich der Bearbeitungseinheit durch die Merkmale des nebengeordneten Patentanspruchs 7 gelöst.

Erfindungsgemäß erfolgen die Schritte Bruchtrennen, Ausblasen und Verschrauben (Fügen, Setzen) in einer einzigen Station, in der das Pleuel in einer Bezugsposition festgespannt ist. Mit dieser Maßnahme entfällt der Transport zwischen den einzelnen Stationen, so daß der Füge-/Setzvorgang mit einer erheblich besseren Positioniergenauigkeit durchgeführt werden kann, da die Beschädigung der Werkflächen gegenüber herkömmlichen Lösungen verringert wird.

Der vorrichtungstechnische Aufwand läßt sich weiter verringern, wenn der Spreizdorn während des Ausblas- und Verschraubvorganges zur Lagefixierung verwendet wird.

Eine besonders hohe Fügequalität mit verringerten Taktzeiten erhält man, wenn der Blasvorgang bereits während des Bruchtrennens durchgeführt wird, so daß die Bruchstücke unverzüglich aus dem Trennebenenbereich herausgeblasen werden.

Falls der Spreizdorn zur Lagefixierung verwendet wird ist es besonders vorteilhaft, wenn dieser derart angesteuert wird, daß er während der Verschraubung eine gewisse Gegenkraft auf das Werkstück aufbringt, so daß die Lagerteile (Lagerbett, Lagerdeckel) während der Verschraubung durch den Spreizdorn geführt sind. Das heißt, bei dieser Variante kann der wirksame Durchmesser des Spreizdorns gesteuert in Radialrichtung vergrößert und verkleinert werden.

Die Düse oder die Düsen der Ausblaseeinrichtung können dabei in einer Spreizbacke des Spreizdorns oder in dem Spreizkeil münden, der zur Auseinanderbewegung der Spreizbacken in Axialrichtung eingetrieben wird.

Besonders vorteilhaft wirkt sich aus, wenn die Düsen der Blaseinrichtung zum Ausblasen der Bruchteile in dem Spreizkeil münden, so daß die Eintauch- bzw. Rückzugbewegung des Spreizkeiles benutzt werden kann, um die Bruchebene über einen möglichst großen Bereich mit bewegter Düse auszublasen.

Die Anpassung an unterschiedliche Bauteilgeometrien ist besonders vereinfacht, wenn die Mittelebene des zu crackenden Lagerabschnittes stets in eine Relativposition zu einer festen Bezugsebene der Crackstation gebracht wird, die durch die Wirkebene der Schraubeinheit, der Blaseinrichtung und die Wirkmitte des Spreizdornes definiert ist. Dadurch ist gewährleistet, daß die Werkstückmitte stets in demjenigen Höhenbereich des Spreizdornes angeordnet ist, in dem die optimale Spreizwirkung herbeiführbar ist. Des weiteren ist bei einer derartigen Definition der Nullpunkts-

lage eine Höhenjustierung der Schraubeinheit und der Blaseinrichtung nicht erforderlich, so daß die Rüstzeiten minimal gehalten werden können.

Alternativ können die Schraubeinheit und beispielsweise ein Gegenhalter auch gemeinsam auf einer vertikalen Achse geführt werden, so daß durch Verfahren der Schraubeinheit eine Anpassung an unterschiedliche Werkstückhöhen möglich ist.

Da die Bruchfläche durch das Auge des Lagerabschnittes in zwei Teilbereiche aufgeteilt ist, erfolgt der Bruch nicht gleichzeitig über die ganze Bruchfläche, sondern die beiden Teilbereiche werden nacheinander gebrochen. Bei ungünstigen Fällen kann es vorkommen, daß nach dem Bruchtrennen des ersten Teilbereiches der verbliebene Teilbereich nicht sofort bricht, sondern zunächst einer Verformung unterzogen wird, die ein darauf folgendes Fügen mit der erforderlichen Genauigkeit praktisch ausschließt.

Um eine derartige übermäßige Deformation des zweiten Teilbereiches zu vermeiden werden bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung die beiden Teilbereiche derart abgestützt, daß ein Bruch in beiden Teilbereichen herbeiführbar ist. Diese Abstützung kann als sogenannte "Stützwaage" ausgebildet sein, aber auch die Form einer "Stützbrücke" aufweisen.

Die Bearbeitungseinheit läßt sich besonders vielseitig einsetzen, wenn diese auch mit einer Lasereinheit zum Einbringen der Kerben versehen ist. Bei dieser Ausführungsform wird eine Transporteinheit vorgesehen, über die das Pleuel nach dem Einbringen der Kerbe zu dem Bereich transportierbar ist, in dem das Cracken, Ausblasen und Verschrauben stattfindet.

Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Bearbeitungseinheit in Kompaktbauweise;

Fig. 2 zeigt eine Detaildarstellung einer Crackstation der Bearbeitungseinheit aus Fig. 1;

Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch einen Spreizdorn der Crackstation aus Fig. 2;

Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem ein Lagerdeckel über eine Stützwaage abgestützt wird;

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Abstützung eines Lagerdeckels;

Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Bearbeitungseinheit und

Fig. 7 eine Rüsteinrichtung für die Bearbeitungseinheit.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht eines Teils einer Kompakt-Bearbeitungseinheit 1, mit der Werkstücke, beispielsweise Pleuel 2 gecrackt werden sollen. Die Bearbeitungseinheit 1 hat eine Transporteinheit 4 mit Kassetten 6, auf denen die Pleuel 2 festgelegt sind. Über die Transporteinheit 4, die als Rundtisch ausgebildet ist, können die Pleuel 2 von einer lediglich angedeuteten Aufgabestation zu einer Lasereinheit 10 transportiert werden, die in Fig. 1 strichpunktiert angedeutet ist. Die Lasereinheit 10 hat zwei Optiken, die um 90 Grad versetzt zueinander angeordnet sind, so daß die beiden diametral zugeordneten Kerben gleichzeitig oder sequentiell in das große Auge des Pleuels 2 eingebracht werden können. Eine derartige Lasereinheit 10 ist beispielsweise in der eingangs genannten DE 195 34 360 A1 der Anmelderin beschrieben. Hinsichtlich weiterer Details der Lasereinheit sei der Einfachheit halber auf diese Vorveröffentlichung verwiesen.

Die erfindungsgemäße Bearbeitungseinheit 1 hat des weiteren eine Crackstation 12, in der mittels eines Spreizdorns

14 der Lagerabschnitt mit dem großen Auge des Pleuels 2 in eine Lagerschale und ein Lagerbett bruchgetrennt wird. Zur Lagefixierung des Pleuels 2 auf der Kassette 6 in Horizontalrichtung ist ein Gegenhalter 16 an der Bearbeitungseinheit 1 ausgebildet, der über einen Hydraulik- oder Pneumatikzylinder 18 in Vertikalrichtung (Ansicht nach Fig. 1) ausfahrbar ist, so daß ein Führungszapfen 20 in eine Führungsausnehmung 21 der Crackeinheit 12 eintaucht und ein Horizontalanschlag 22 mit zwei sich senkrecht zur Zeichenebene in Fig. 1 erstreckenden Anlageabschnitten in Anlage an den Außenumfang des Lagerabschnittes des Pleuels 2 gebracht wird.

Nach der Durchführung des Bruchtrennvorganges wird der Lagerdeckel über zwei Spannschrauben mit dem Lagerbett (Pleuelstange, kleines Pleuelauge) verschraubt. Hierzu wird eine Schraubeinheit 24 verwendet, die mit einem Spannschraubenmagazin und drehmoment- oder winkelgesteuerten Schrauber versehen ist.

Eine derartige Schraubeinheit 24 wird bereits bei den eingangs beschriebenen herkömmlichen Lösungen eingesetzt, wobei der wesentliche Unterschied allerdings darin besteht, daß bei den herkömmlichen Systemen das gecrackte Pleuel 2 über die Transporteinheit zur Schraubeinheit 24 gefördert wird, während die Schraubeinheit 24 beim gezeigten Ausführungsbeispiel in derjenigen Bearbeitungsposition des Pleuels 2 in Wirkeingriff gelangt, die es beim Cracken eingenommen hatte. Das heißt, die Position des Pleuels 2 wird beim Cracken und beim Verschrauben nicht verändert. Um dies zu ermöglichen, ist die Schraubeinheit 24 auf einer Horizontalführung 26 geführt, so daß die Schraubköpfe 28 zu dem in der Crackeinheit 12 angeordneten Pleuel 2 verschiebbar sind.

Die gesamte Crackeinheit 12 ist an einer Vertikalführung 28 eines Ständers der Bearbeitungseinheit 1 geführt und kann mittels eines Betätigungszylinders 30 in Vertikalrichtung verschoben werden, so daß der Spreizdorn 14 in seine Crackposition in das große Auge des Pleuels 2 eintauchen kann.

Auf die Maschinensteuerung und die sonstigen Peripheriegeräte soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden, da der gegenständliche Aufbau dieser Einrichtungen für das Verständnis der Erfindung von untergeordneter Bedeutung ist.

Fig. 2 zeigt die Crackeinheit 12 aus Fig. 1 in vergrößerter Darstellung. Demgemäß hat der Spreizdorn 14 einen feststehenden Spreizbacken 32 und eine gegenüber diesem in Radialrichtung bewegbar geführten beweglichen Spreizbacken 34. Zwischen den Spreizbacken 32, 34 befindet sich ein Spreizkeil 36, der mittels eines Spreizzylinders 38 in Vertikalrichtung (Ansicht nach Fig. 2) bewegbar ist, so daß durch Auflaufen einer Keilfläche 40 auf eine entsprechend ausgeformte Gegenfläche der beweglichen Domhälfte 34 letztere in der Darstellung nach Fig. 2 nach rechts bewegbar ist, um den Crackvorgang einzuleiten. Der Hub des Spreizkeils 36 wird über einen Wegaufnehmer 42 (z. B. Schalter) erfaßt.

Wie aus Fig. 2 entnehmbar ist, durchsetzt der Spreizdorn 14 in seiner Crackposition das große Auge 48 des Pleuels 2, das auf der nicht dargestellten Kassette 6 der Transporteinheit 4 aufliegt. Die Lagepositionierung des kleinen Auges 50 mit der Pleuelstange 52 erfolgt auch über einen Fixierzapfen 54, der in Horizontalrichtung (Ansicht nach Fig. 2) verschiebbar an der Crackeinheit 12 gelagert ist. Der Fixierzapfen 54 wird über eine Druckfeder 56 in seine dargestellte Grundposition vorgespannt. Die federvorgespannte, horizontal verschiebbare Lage des Fixierzapfens 54 ermöglicht ein Ausweichen der Pleuelstange 52 mit dem kleinen Lagerauge 50 beim Bruchtrennen, so daß die Radialvergrößerung des Spreizdorns 14 nach erfolgtem Bruch ausgeglichen wer-

den kann.

Bis hierhin unterscheidet sich die Crackeinheit 12 nur unwesentlich von den herkömmlichen Crackstationen, so daß es entbehrlich ist, auf weitere Details einzugehen.

Ein wesentlicher Unterschied zu den herkömmlichen Lösungen besteht darin, daß im Spreizdom 14 Blasdüsen ausgebildet sind, die ein Ausblasen der Bruchstücke nach dem Crackvorgang ermöglichen.

Zur Ausbildung der Anordnung der Düse bestehen mehrere Möglichkeiten.

Eine Möglichkeit besteht darin, im vertikal bewegbaren Spreizkeil 36 ein entsprechendes Düsensystem aufzunehmen, über das Druckluft in den Spalt zwischen den beiden Dornhälften 32, 34 einblasbar ist. Alternativ oder ergänzend dazu kann das Düsensystem auch in einem der Spreizbacken 32, 34 ausgebildet werden, wobei es bevorzugt wird, zumindest einige Düsen in einem beweglichen Teil des Spreizdoms 14 (Spreizkeil 36, feststehende Spreizbacke 32) auszubilden, so daß die Düsen aufgrund der Vertikalbeziehungsweise Radialverschiebung des Spreizdoms 14 ihre Relativposition zur Bruchfläche ändern, so daß das Herauslösen und Herausblasen von Bruchstücken vereinfacht wird.

Fig. 3 zeigt einen schematischen Schnitt durch einen Spreizdom 14 mit den beiden Spreizbacken 34, 32, wobei in einem der Spreizbacken (beispielsweise dem feststehenden Spreizbacken 32) Druckluftbohrungen 60, 62 ausgebildet sind, von denen Düsenbohrungen 64, 66 abzweigen, die in dem Spalt 68 zwischen den beiden Dornhälften 32, 34 münden.

Eine Alternative oder Ergänzung besteht darin, wenn im Spreizkeil 36 eine Druckluftbohrung 70 mit davon abzweigenden Düsenbohrungen 72, 74 ausgebildet ist. Der Vorteil dieser Variante besteht darin, daß die Düsenbohrungen in Radialrichtung zum Spalt 68 ausgerichtet sind und vertikal bewegt werden, so daß das Ausblasen der Bruchteile unterstützt wird.

Dieses Ausblasen wird bei der vorbeschriebenen Lösung dadurch unterstützt, daß die Düsenbohrungen 64, 66 zum Pleuel 2 hin angestellt sind. Selbstverständlich können die Düsen auch auf andere Art eingebracht werden, wesentlich ist, daß das Ausblasen bereits während des Crackens oder zumindest unmittelbar nach erfolgtem Cracken durchgeführt werden kann, wobei der Spreizdom 14 noch in seiner Eintauchstellung im großen Auge 48 des Pleuels 2 verbleiben sollte.

Prinzipiell könnten jedoch auch externe Düsen eingesetzt werden, um den Ausblasvorgang zu bewirken.

Eine weitere Besonderheit der Erfindung besteht darin, daß die Nulllage, das heißt die strichpunktirt angedeutete Linie 76 in Fig. 2 die Mittelebene des Pleuels 2 und die Wirkebene der Schraubeinheit 24 schneidet. Des weiteren ist durch diese Nulllage 76 auch der mittlere Höhenbereich des Spreizdoms 14 definiert, so daß dieser in optimaler Weise ausnutzbar ist. Auch die vorbeschriebenen Düsen münden im Bereich der Nulllage, so daß eine Justierung der Schraubeinheit 24, des Spreizdoms 14 und der Düsen nicht erforderlich ist. Bei Änderung der Pleuelgeometrie muß lediglich die Auflagehöhe des Pleuels durch Änderung der Kassette 6 und die Lage und Abmessung des Führungszapfens 54 verändert werden, wobei dies durch vorgefertigte Wechselteile erfolgen kann, so daß die Rüstzeiten minimiert sind. Mit anderen Worten heißt dies, die Mittelebene des zu crackenden Werkstückes durchsetzt stets die strichpunktirt angedeutete Nulllage 76, deren Lage optimalerweise an den Spreizdom 14 sowie die Wirkebenen der Schraubeinheit 24 und der Düsen angepaßt ist.

Zum Spannen werden Tellerfedern verwendet, die zu den Rückholfedern abgestimmt sind. Es können aber auch

schaltbare Zylinder anstelle dieser Federn verwendet werden.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Spreizzylinder 38 über eine Betätigungseinrichtung 80 derart angesteuert, daß sowohl die Eintauchbewegung des Spreizkeils 36 als auch die Rückzugbewegung des Spreizkeils 36 in Abhängigkeit von Verarbeitungsparametern erfolgen kann. Diese Betätigungseinrichtung 80 ermöglicht es, den Spreizdom 14 während des Schraubvorganges in Anlage an den Umfangswandungen des großen Auges 48 des Lagerabschnitts zu halten, so daß das Pleuel 2 auch beim eingangs beschriebenen Füge-/Setzvorgang präzise geführt ist und keine Beschädigungen durch Versatz der Pleuelteile auftreten können. In diesem Fall könnte als Parameter für die Steuerung der Spreizkeilbewegung beispielsweise das von der Schraubeinheit 24 aufgebrachte Drehmoment, der Drehwinkel der Spannschraube oder ähnliches verwendet werden. Die Funktion dieser Betätigungsrichtung 80 wird im folgenden noch näher beschrieben.

Wie eingangs bereits erwähnt wurde, sind das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Bearbeitungseinheit keinesfalls auf die Anwendung bei Pleuel beschränkt, sondern diese sind auch bei anderen Werkstücken, beispielsweise bei Kurbelgehäusen einsetzbar.

Bei derartigen Werkstücken besteht oftmals ein Problem darin, daß mehrere Lagerstellen gleichzeitig oder hintereinander bruchgetrennt werden müssen. Dies erfordert eine sorgfältige Abstützung des Lagerdeckels, so daß ein einheitlicher Bruch und ein präziser Füge-/Setzvorgang herbeigeführt werden kann.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Kurbelgehäuses mit einem Lagerabschnitt 84, der im Bereich eines Lagerauges 86 in ein Lagerbett 88 und einen Lagerdeckel 90 bruchgetrennt werden soll. Zum Bruchtrennen wird wiederum ein Spreizdom 14 verwendet.

Problematisch bei diesem Bruchvorgang ist, daß der Bruch niemals gleichzeitig in beiden, seitlich des Lagerauges 86 angeordneten Bruchflächenabschnitten 92, 94 erfolgt, sondern daß meist einer der Bruchflächenabschnitte 92, beziehungsweise 94 zuerst bricht und in der Folge erst der weitere Abschnitt getrennt wird. Problematisch hierbei ist, daß es bei ungünstigen Bedingungen (Material, Spreizkraft etc.) vorkommen kann, daß der zuletzt bruchgestrennte Bruchflächenabschnitt durch das Kippen des Lagerdeckels 90 verformt wird, so daß ein späteres Fügen nicht mit der erforderlichen Genauigkeit durchgeführt werden kann.

Um dies zu verhindern wird der Lagerdeckel 90 über eine Stützwaage 96 abgestützt, die zwei Auflageflächen 98, 100 hat, die in der Grundposition (Fig. 1) in einem vorbestimmten Abstand zu den Anlageflächen des Lagerdeckels 90 angeordnet sind. Der mit den Auflageflächen 98, 100 versehene Stützkörper 102 wird mit einer vorbestimmten Kraft F in Richtung zum Lagerdeckel 90 beaufschlagt, wobei die in Fig. 4 dargestellte Bezugsposition durch einen Anschlag festgelegt ist.

Beim Bruchtrennen beginnt der Bruch zunächst an einem Bruchflächenabschnitt 94, so daß der Lagerdeckel 90 auf die Auflagefläche 98 aufläuft und dann mit der Kraft F abgestützt wird. Durch diese Abstützung wird verhindert, daß der zweite Bruchflächenabschnitt 92 einer übermäßigen Biegebeanspruchung über den Streckgrenzenbereich hinaus unterzogen wird, so daß die vorgenannten Verformungen nicht auftreten können. Nach dem Einleiten des Bruchs des Bruchflächenabschnittes 92 läuft der Lagerdeckel 90 auch auf die zweite Auflagefläche 100 auf, so daß der Lagerdeckel 90 beidseitig abgestützt ist, wobei über die Auflageflächen 98, 100 jeweils die Kraft F/2 übertragen wird. Dieses Abstützen erfolgt bei Einleiten des Bruches, so daß bei dem

sich anschließenden vollständigen Durchbrechen eine exakte Führung des Lagerdeckels 90 mit Bezug zum Lagerbett 88 gewährleistet ist.

Zur Abstützung der Stützwage 96 bestehen prinzipiell mehrere Möglichkeiten. Eine davon besteht darin, die Stützwage 96 mit einer Stützmannschette 104 am Spreizdorn 14 abzustützen, der die Stützmannschette 104 durchsetzt.

In Fig. 5 ist schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Stützwage 96 dargestellt, bei der eine äußere Abstützung gewählt wurde. Hierbei ist der Stützkörper 102 in einem äußeren Führungsrahmen 106 geführt, der beispielsweise an der Transporteinheit oder der Auflage des Werkstückes festgelegt ist. Der Stützkörper 102 wird mit einer Kraft F beaufschlagt und liegt in der dargestellten Grundposition auf Anschlagkörper 108, 109 auf, so daß die Anschlagflächen 92, 94 in dem vorgeschriebenen Abstand zu der Lagerschale 90 angeordnet sind. Die Funktion ist prinzipiell die gleiche wie bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel einer Stützwage.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß die vorgesehenen Stützwagen 96 auch unabhängig von der Erfindung anwendbar sind.

Zum besseren Verständnis sei im folgenden kurz die Funktion der erfindungsgemäßen Bearbeitungseinheit beschrieben.

Zu Beginn des Bearbeitungszyklusses wird ein Pleuel 2 auf die in Fig. 1 dargestellte äußere Kassette 6 aufgelegt. Durch die Transporteinheit 4 (z. B. Rundtisch) wird das Pleuel 2 in seine Bearbeitungsposition mit Bezug zur Lasereinheit 10 ausgerichtet. Über diese Lasereinheit 10 werden die beiden die Bruchebene vorgebenden Kerben in die Umfangswandung des Lagerauges 86 des Pleuels 2 eingearbeitet. Prinzipiell vorstellbar ist es auch, daß die Kerben auf herkömmliche Weise, beispielsweise durch Räumen ausgebildet werden.

Bei einer weiteren Drehung des Rundtisches wird das Pleuel 2 in die in Fig. 1 dargestellte Relativposition zur Crackereinheit 12 gebracht. Anschließend wird der Zylinder 18 betätigt, so daß der Horizontalanschlag 22 in seine Anschlagposition gefahren wird. Gleichzeitig wird durch Ansteuern des Betätigungszylinders 30 die gesamte Crackereinheit 12 abgesenkt, so daß der Spreizdorn 14 in das große Lagerauge 86 eintaucht.

Durch Ansteuerung der Betätigungseinrichtung 80 wird dann der Spreizylinder 38 ausgefahren, so daß der Spreizkeil 36 nach unten bewegt und der bewegliche Spreizbacken 34 in der Darstellung nach Fig. 2 nach rechts bewegt wird. Gleichzeitig werden die Düsen angesteuert, so daß die Druckluft während des Crackvorganges in den Bruchebenenbereich eingeblasen wird. Das heißt, Bruchtrennen und Ausblasen erfolgen gleichzeitig oder zumindest unmittelbar nacheinander.

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel wird praktisch die Pleuelstange 52 mit dem Lagerbett abgetrennt, so daß diese Bauteile mit dem kleinen Auge 50 in der Darstellung nach Fig. 2 nach rechts ausweichen. Diese Ausweichbewegung wird durch die federvorgespannte Führung des Führungszapfens 54 ermöglicht. Der Horizontalanschlag 22 fährt nach unten und gibt den Raum frei für die anschließende Schrauboperation.

Nach dem Bruchtrennen des Pleuels 2 wird die Schraubeinheit 24 bei eingetauchtem Spreizdorn 14 entlang der Nulllagenlinie 76 in ihre Wirkposition gebracht und die Spannschrauben eingeschraubt. Dabei kann die Steuerung 80 in Abhängigkeit vom Schraubwinkel oder vom Drehmoment die Schraubstation 24 den Spreizdorn 14 derart steuern, daß die Pleuelteile während des Füge-/Setzvorgangs geführt sind und eine präzise Lagepositionierung ermöglicht

ist.

Bei einer einfacheren Variante der Erfindung kann der Spreizdorn 14 vor dem Einschrauben der Spannschrauben zurückgezogen werden, so daß diese Führung andere externe Bauelemente übernehmen müssen. Wesentlich ist jedoch, daß das Cracken und die Verschraubung an einer einzigen Station ohne Lageveränderung des Pleuels 2 erfolgt.

Die Betätigung des Spreizdorns 14 während des Schraubvorgangs muß nicht zwangsweise über den Spreizkeil 36 erfolgen, sondern es können auch andere geeignete Bauelemente zur Radialbewegung des beweglichen Spreizbackens verwendet werden. Die Betätigung kann bspw. über einen Zylinder erfolgen, der auf den beweglichen Spreizbacken wirkt.

Nach dem Füge-/Setzvorgang durch Anziehen der Schrauben, das beispielsweise drehmoment-, drehwinkel- oder steckgrenzengesteuert erfolgen kann, werden die Spannschrauben wieder gelöst und eventuell noch vorhandene Bruchteile durch Ansteuerung der Düsen ausgeblasen. Anschließend werden die Spannschrauben nach Vorschrift des Herstellers angezogen und das Pleuel zum nächsten Fertigungsschritt, beispielsweise der Feinbearbeitung oder dem Einsetzen von Buchsen transportiert.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Bearbeitungseinheit kann die Präzision des Füge-/Setzvorgangs erheblich verbessert werden, da zwischen Cracken und Schrauben kein Transportschritt vorgesehen ist. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Einheit besteht darin, daß sämtliche zum Bruchtrennen erforderlichen Arbeitsvorgänge (Laserkerben, Bruchtrennen, Ausblasen, Fügen/Setzen) auf kleinstem Raum mit einer einzigen kompakten Einheit durchgeführt werden können, die darüber hinaus noch durch einfaches Wechseln von Wechselteilen sehr schnell auf unterschiedliche Bauteilgeometrien umrüstbar ist, so daß diese Einheit auch für Kleinserien geeignet sein dürfte.

Bei den vorgehend beschriebenen Ausführungsformen ist die Schraubeinheit 24 so am Gestell der Bearbeitungseinheit 1 befestigt, daß ihre Wirklinie mit der Nulllage 76 (Mittellene) des Pleuels 2 übereinstimmt.

In Fig. 6 ist schematisch ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Schraubeinheit 24 und der Gegenhalter 16 mit dem Horizontalanschlag 22 auf einer zusätzlichen Vertikalachse 110 geführt sind. Das heißt, bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Schraubeinheit 24 in Höhenrichtung des Werkzeugstücks 2 verstellbar, so daß die vorherbeschriebene Nullpunktfixierung entfällt. Diese Ausgestaltung ermöglicht es, den Gegenhalter 16 und die Schraubeinheit 24 auf einfache Weise in der Höhe an die Werkstückgeometrie 2 anzupassen, so daß die Rüstzeiten weiter verringert werden können.

Bei dem eingangs beschriebenen Ausführungsbeispiel wurden Hydraulik- oder Pneumatikzylinder zur Verstellung verwendet. Selbstverständlich können auch NC-Achsen mit entsprechenden Stellmotoren eingesetzt werden, um den Vertikal- und Horizontalvorschub der Crackereinheit 12, der Schraubeinheit 24 und des Horizontalanschlages 22 zu bewirken.

In einer weiteren Ausbaustufe der Einrichtung ist vorgesehen, die Prozeßgrößen wie z. B. Wege und Kräfte zu erfassen und so zu bewerten, daß eine gezielte Prozeßführung ermöglicht wird. Beispielsweise wird in einer interessanten Variante der Einrichtung das Crackgeräusch erfaßt und zur Beendigung der Crackbewegung verwendet.

Bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 6 ist die Schraubeinheit 24 ähnlich wie beim vorherbeschriebenen Ausführungsbeispiel entlang einer Horizontalführung 26 verschiebbar, um in ihre Eingriffsposition am Werkstück 2 zu gelangen.

Die Rüstzeiten bei der Umstellung der Bearbeitungsein-



heit auf andere Werkstückgeometrien lassen sich weiter minimieren, wenn eine Rüstvorrichtung 112 gemäß Fig. 7 eingesetzt wird.

Über diese Rüstvorrichtung 112 lassen sich die Wechselteile einer Kassette 6 außerhalb der Bearbeitungseinheit 1 vorjustieren, so daß die tatsächliche Umrüstung und damit die Stillstandszeit der Bearbeitungseinheit 1 auf ein Minimum reduziert ist.

Die in Fig. 7 dargestellte Rüstvorrichtung 112 hat eine Basisplatte 114, auf der eine Führung 116 befestigt ist. Diese trägt einen Befestigungsschenkel 118 für einen Spreizkegel 120, dessen Geometrie derjenigen des Spreizdorns 14 der Bearbeitungseinheit 1 entspricht. Der Befestigungsschenkel 118 ist in Vertikalrichtung entlang der Führung 116 verschiebbar.

An der Führung 116 ist des weiteren ein Gegenhalter 122 befestigt, der in Anlage an die Stirnseite des Pleuels 2 oder eines anderen Werkstückes bringbar ist. Die Kassette 6 mit den Wechselteilen ist auf einen Stützbock 124 befestigt.

Auf einem an der Führung 115 geführten Befestigungsschenkel 122 ist ein Halter für Zentrierstifte 124 gelagert. Der Schenkel 122 hat außerdem eine (z. B. eingravierte) Referenzlinie, die den Laserstrahl simuliert. Dadurch kann mit einem Meisterpleuel mit Anriß der Kerb-Sollposition die korrekte Einstellung der Pleuelzentrierung kontrolliert und ggf. korrigiert werden.

Die rückwärtige, pleuelstangenseitige Zentrierung des kleinen Lagerauges übernimmt der Fixierzapfen 54. Dieser ist auf einem Schiebestück 126 befestigt, das im Grundkörper 128 verschiebbar geführt ist, und mit einer Feder in eine Grundstellung vorgespannt ist. Zur Handbetätigung des Schiebestücks 126 ist ein Betätigungsschenkel 130 vorgesehen, der nach unten aus dem Grundkörper 128 heraussteht. Die Anpassung der Wechselkassetten 6 an unterschiedliche Pleuelgeometrien erfolgt im wesentlichen durch Austausch des Führungszapfens 54 mit dem Schiebestück 126 und der Zentrierstifte 124 mit dem dazugehörigen Aufnahmekörper. Eine Veränderung der Nulllagenposition 76 könnte gegebenenfalls noch durch Distanzteile (nicht dargestellt) durchgeführt werden, die der Kassette 6 untergelegt sind.

Die korrekte Einstellung der Kassette wird überprüft, indem der Spreizkegel 120 bei justierter Kassette 6 in der Darstellung nach Fig. 7 nach unten gefahren wird, wobei dieser kollisionsfrei in das große Auge eintauchen sollte.

Offenbart sind ein Verfahren zur Ausbildung eines geteilten Lagers eines Bauteils und eine Bearbeitungseinheit zur Durchführung dieses Verfahrens, bei denen das Bruchtrennen, Ausblasen und Verschrauben eines Lagerdeckels mit einem Lagerbett ohne Lageänderung des Pleuels erfolgt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ausbildung eines geteilten Lagers eines Bauteils (2), das mittels eines Bruchtrennvorganges in einen Lagerdeckel (90) und ein bauteilseitiges Lagerbett (88) getrennt wird und nach dem Ausblasen von losen Bruchstücken gefügt wird, wobei die Verschraubung derart erfolgt, daß in der Bruchebene ein vorbestimmter Fügezustand erreicht wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Bruchtrennen, Ausblasen und Fügen an einer Station und ohne wesentliche Lageveränderungen des Bauteils (2) erfolgt.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bruchtrennen mittels eines Spreizdorns (14) durchgeführt wird, der auch zur Lagefixierung während des Ausblas- und Fügevorganges verwendet wird.
3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch

gekennzeichnet, daß das Ausblasen auch während des Bruchtrennens oder unmittelbar daran anschließend durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des Fügens eine der Fügekraft entgegenwirkende Spreizkraft auf den Lagerdeckel (90) und das Lagerbett (88) aufgebracht wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil (2) ein Pleuel, ein Kurbelgehäuse, eine Gelenkwelle oder ein ähnliches Bauteil ist, dessen äußere Form den Bruchtrennprozeß zuläßt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Fügevorgang ein Schraubvorgang ist.

7. Bearbeitungseinheit, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einem Spreizdorn (14), der zum Bruchtrennen in eine Lagerbohrung (48) eines Bauteils (2) einbringbar ist und mit einer Spannaufgabe (6) für das Bauteil (2), gekennzeichnet durch eine Blaseinrichtung (60, 62, 70) und eine Schraubeinheit (24), die in der von dem Bruchtrennvorgang vorgegebenen Position in Wirkeingriff mit dem Bauteil (2) bringbar sind.

8. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Blaseinrichtung (60, 62, 70) zumindest eine Düse (64, 66, 72, 74) hat, die im Spreizdorn (14) im Bereich der Trennebene des Bauteils (2) mündet.

9. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Düse (64, 66, 72, 74) in einem Spreizkeil (36) des Spreizdorns (14) ausgebildet ist.

10. Bearbeitungseinheit nach einem der Patentansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelebene des Bauteils (2) eine feste Bezugsebene (76) des Spreizdorns (14), der Schraubeinheit (24) der Blaseinrichtung (60, 62, 70) und einer Gegenhalteneinrichtung (Stützwaage) (96) enthält.

11. Bearbeitungseinheit nach einem der Patentansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schraubeinheit (24) und gegebenenfalls die Gegenhalteneinrichtung (96) auf einer achsparallel zur Lagerbohrung angeordneten Führung verfahrbar ist.

12. Bearbeitungseinheit nach einem der Patentansprüche 7 bis 11, gekennzeichnet durch eine Betätigungseinrichtung (80), über die der Spreizdorn (14) während des Bruchtrenn- und/oder Schraubvorganges in Anlage an Lagerbett (88) und Lagerdeckel (90) haltbar ist.

13. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungseinrichtung (80) in Abhängigkeit von der Relativlage der Lagerteile (88, 90) oder vom Anzugsmoment, oder Schraubwinkel der Schraubeinheit (24) ansteuerbar ist.

14. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungseinrichtung (80) einen Zylinder oder einen elektromagnetischen Antrieb hat, über den der Spreizdorn (14) in Anlage an die Lagerteile (88, 90) bringbar ist.

15. Bearbeitungseinheit nach einem der Patentansprüche 7 bis 14, bei der der Lagerdeckel (90) und/oder das Lagerbett (88) enthaltende Werkstückteil während des Bruchtrennens abgestützt ist, gekennzeichnet durch eine Stützwaage (96) mit zwei Auflageflächen (98, 100), über die der Lagerdeckel (90) bzw. das Werkstückteil mit einer vorbestimmten Kraft (F) beaufschlagbar ist und die zu Beginn des Bruchtrennvor-

gangs in einem vorbestimmten Abstand zum Lagerdeck-  
kel (90) angeordnet sind. Dabei wird die zweite Werk-  
stückhälfte in ähnlicher Art ebenfalls über ein Stütz-  
waage oder eine Stützbrücke so abgestützt, daß durch  
einen vorbestimmten Abstand zum Werkstück eine Mi-  
nimierung des Biegebruchanteiles beim Zweibruch er-  
reicht wird. 5

16. Bearbeitungseinheit nach Patentanspruch 15, da-  
durch gekennzeichnet, daß die Stiltzwaagen (96) bei-  
derseits jeweils mit den Spreizdornhälften – fest oder  
federnd – verbunden sind. 10

17. Bearbeitungseinheit nach einem der Patentansprü-  
che 7 bis 16, gekennzeichnet durch die Kombination  
mit einer vorgeschalteten Lasereinheit zum Einbringen  
von Kerben. 15

18. Bearbeitungseinheit nach einem der Patentansprü-  
che 7 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Werk-  
stück (Bauteil) (2) auf einer Kassette (Spannaufgabe)  
(6) angeordnet ist, die vorzugsweise an unterschiedli-  
che Werkstückgeometrien anpassbar ist. 20

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

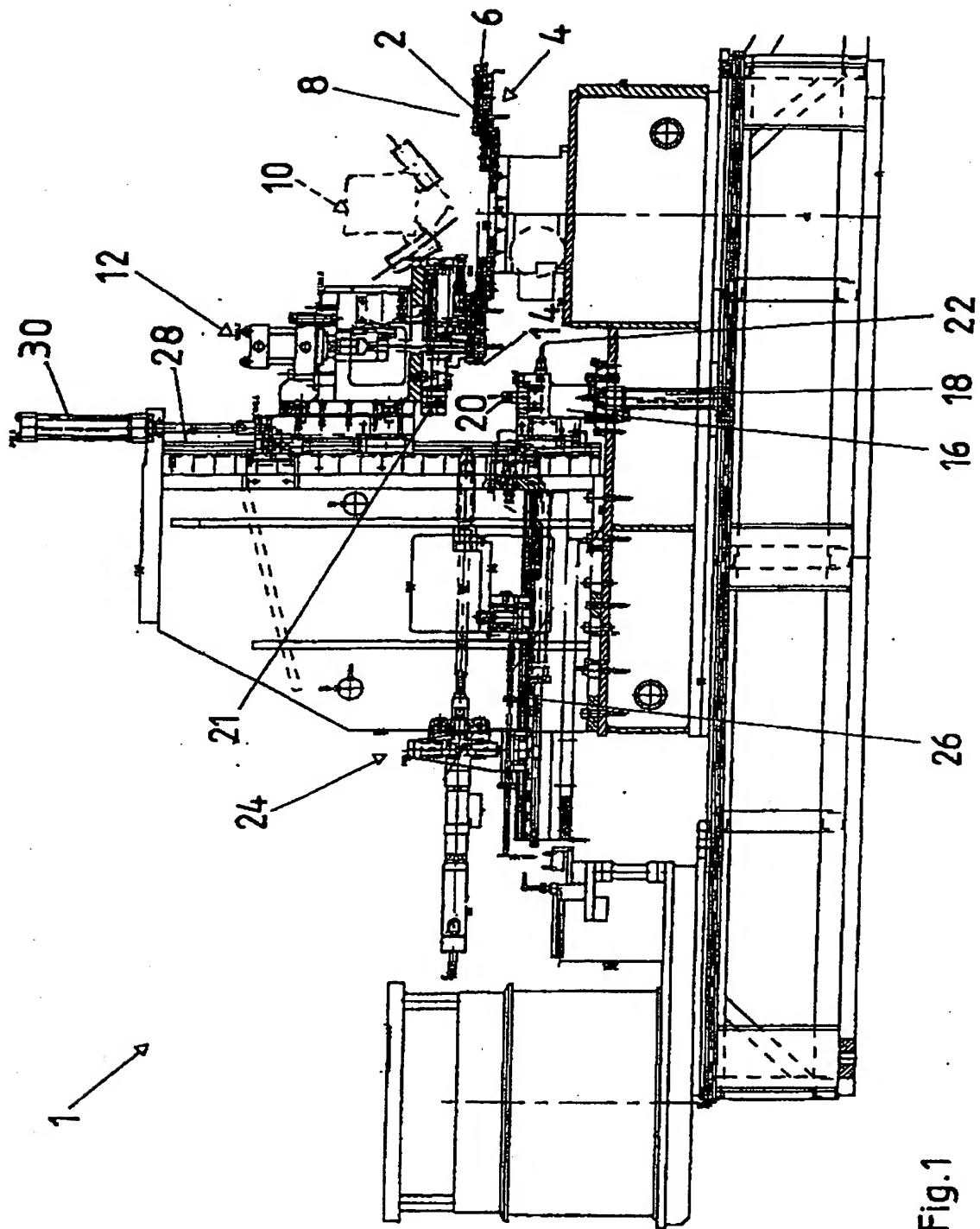
45

50

55

60

65





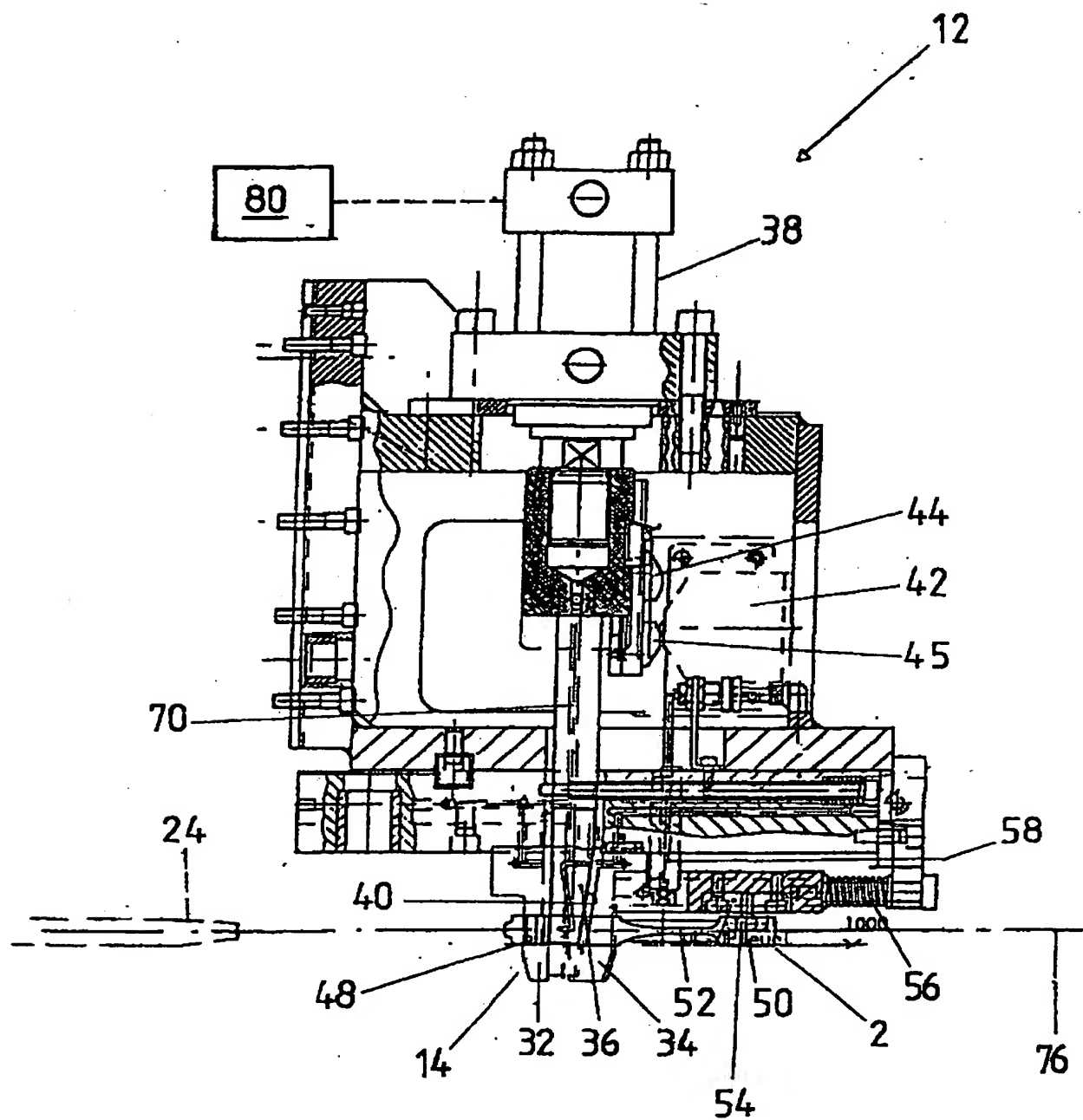


Fig. 2

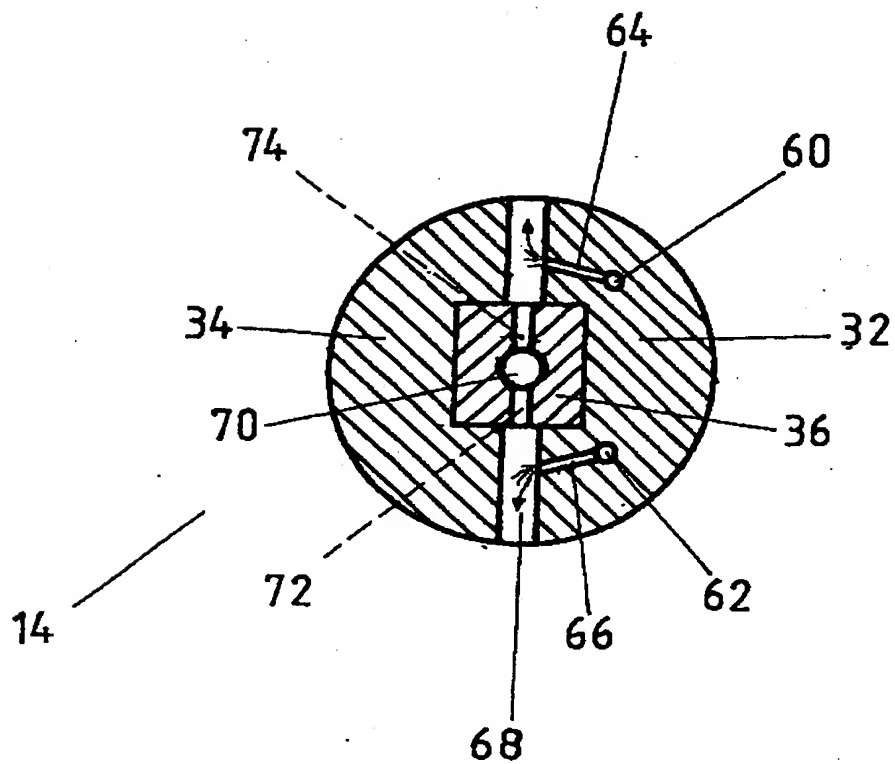


Fig. 3

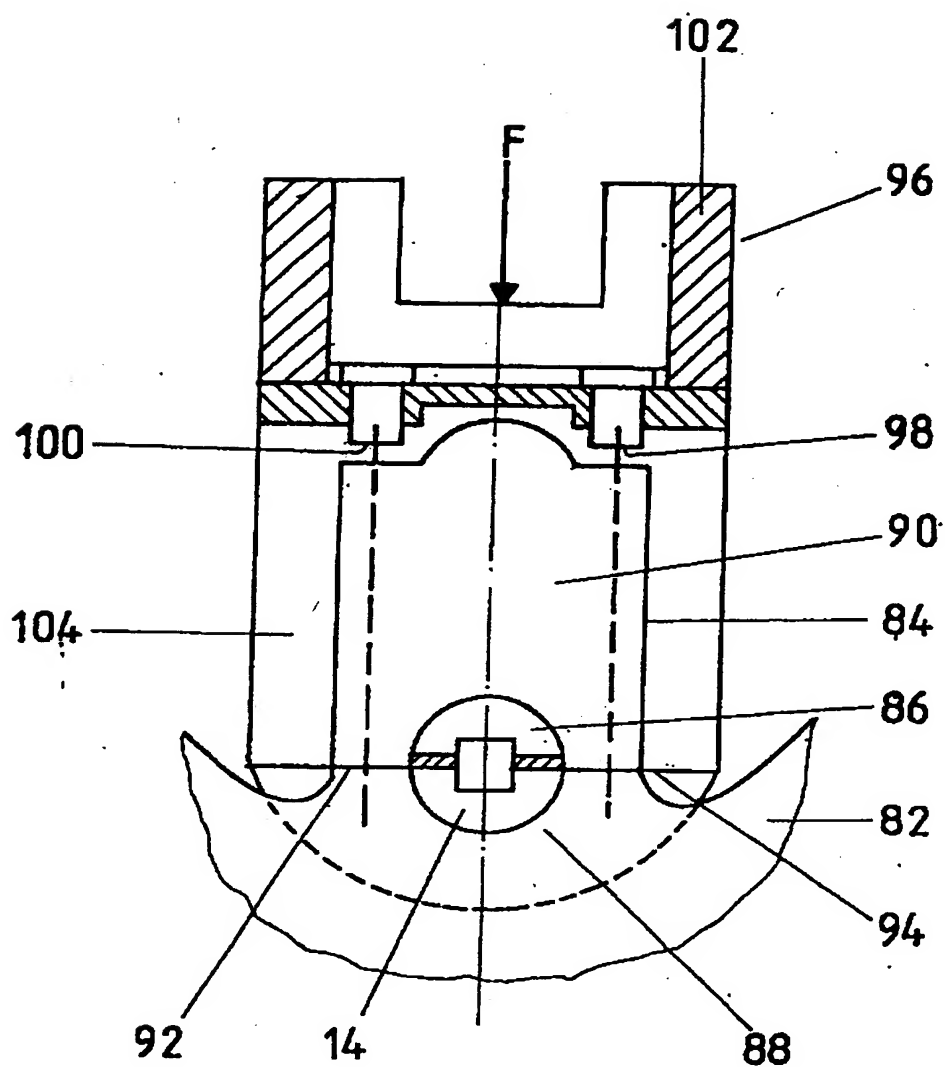


Fig. 4

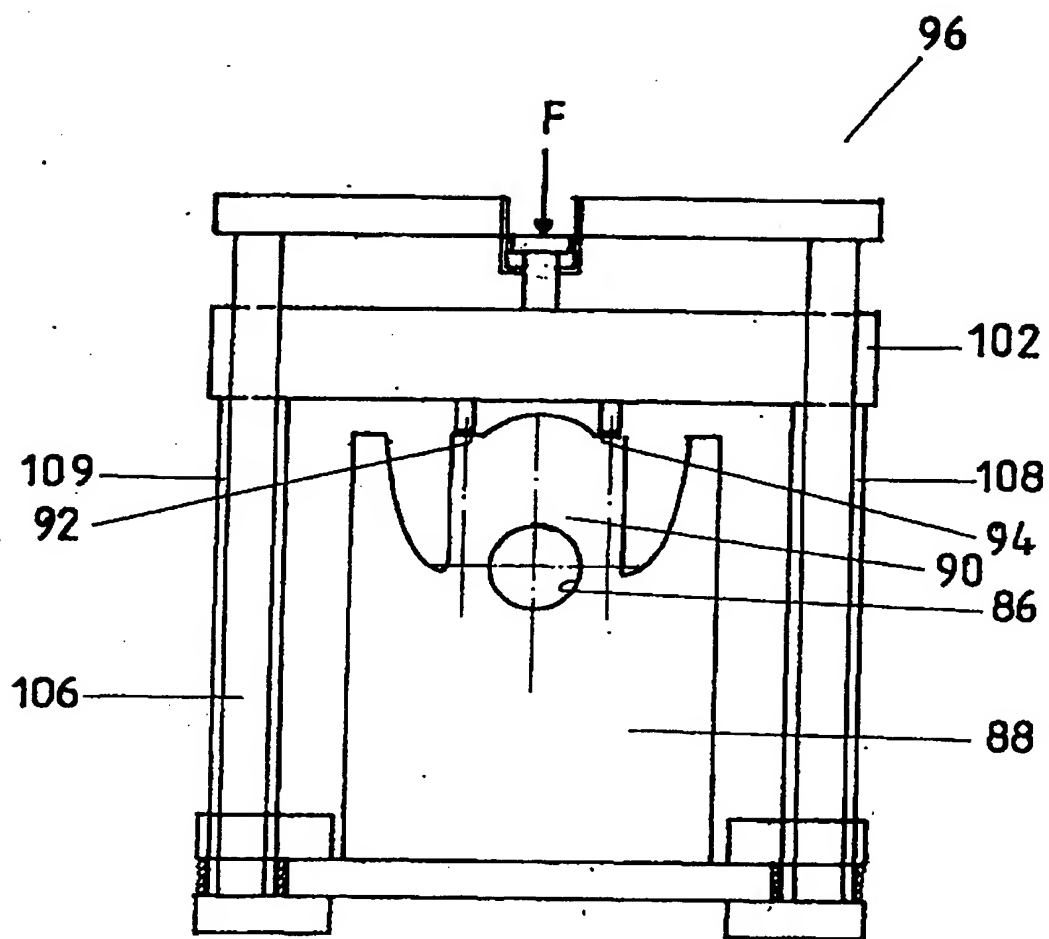


Fig. 5

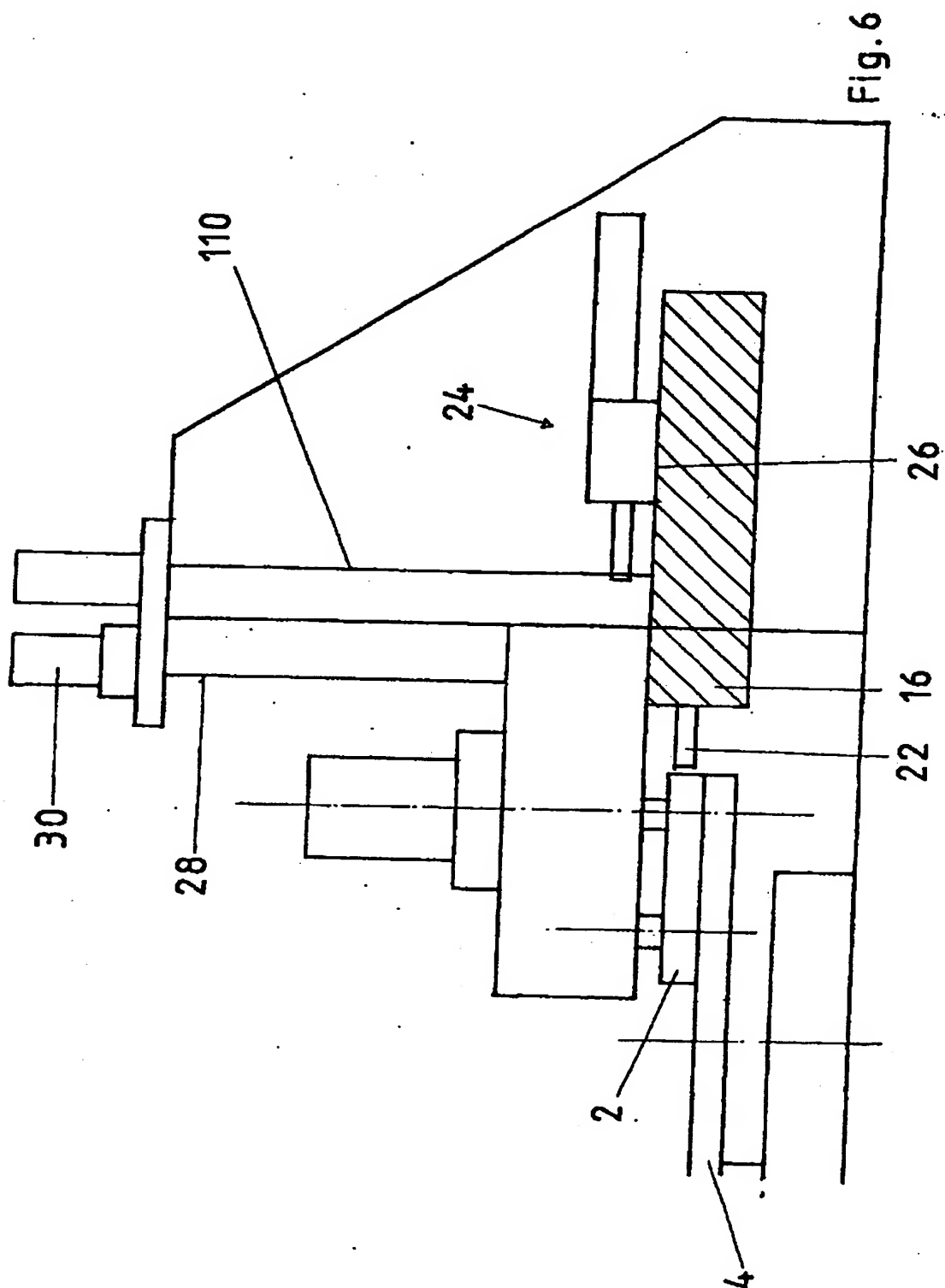


Fig. 7

